

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-304043

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.CI.

G01B 11/24
G06T 1/00

(21)Application number : 07-237947

(71)Applicant : TAKAOKA ELECTRIC MFG CO LTD

(22)Date of filing : 18.09.1995

(72)Inventor : ISHIHARA MITSUHIRO

(30)Priority

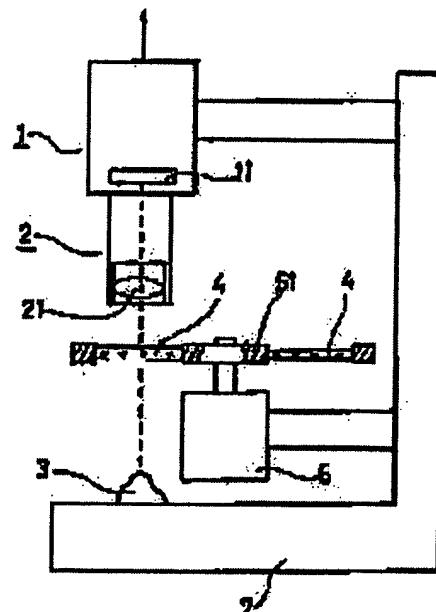
Priority number : 07 68925 Priority date : 03.03.1995 Priority country : JP

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE PICKUP APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To shorten the measuring time required when a plurality of pieces of image data whose focal positions are different from each other are input sequentially to an image processor in a three-dimensional image pickup apparatus by which the plurality of pieces of image data whose focal positions are different from each other are output to a device which measures the three-dimensional shape of an object.

CONSTITUTION: An image formation lens 21, a two-dimensional image detection means 11 which photoelectrically converts and outputs the image of an object 3 to be measured, image-formed by the image formation lens 21 and a plurality of parallel-plate transparent bodies 4 whose refractive indexes and/or thicknesses are different are installed in respectively predetermined places. When the image of the object 3 to be measured is picked up, at least one rotating body which is turned so parallel-plate bodies 4 are situated to cross an optical axis between the image formation lens 21 and the two-dimensional image detection means 11 and a drive means 6 which drives the rotating body are provided on an optical axis between the image formation lens 21 and the object 3 to be measured.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.12.2001

[Kind of final disposal of application other than

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-304043

(43)公開日 平成8年(1996)11月22日

(51)Int.Cl.[®]

G 01 B 11/24
G 06 T 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 01 B 11/24
G 06 F 15/64

技術表示箇所

C
M

320 C

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平7-237947
(22)出願日 平成7年(1995)9月18日
(31)優先権主張番号 特願平7-68925
(32)優先日 平7(1995)3月3日
(33)優先権主張国 日本 (JP)

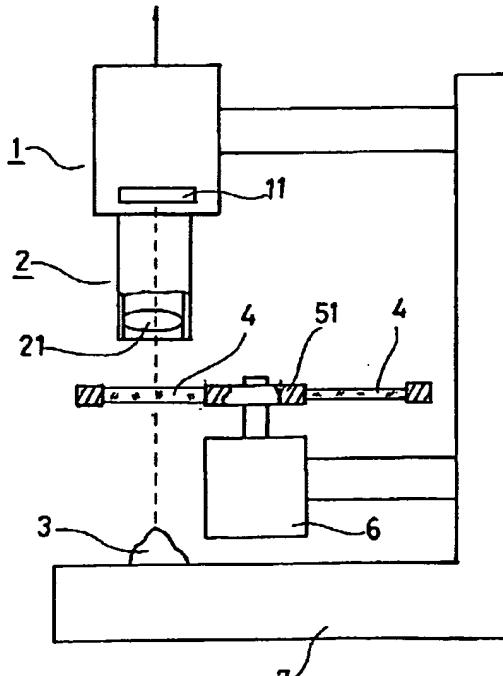
(71)出願人 000002842
株式会社高岳製作所
東京都千代田区大手町2丁目2番1号
(72)発明者 石原 滉宏
愛知県西春日井郡西枇杷島町芳野町3丁目
1番地 株式会社高岳製作所技術開発センター内
(74)代理人 弁理士 寒川 賢一

(54)【発明の名称】三次元撮像装置

(57)【要約】

【課題】物体の立体形状を計測する装置に焦点位置が相互に異なる複数の画像データを出力する三次元撮像装置において、焦点位置が相互に異なる画像データを、逐次、画像処理装置に入力するために必要とする計測時間を短縮することを可能にする改良である。

【解決手段】結像レンズ21と、結像レンズ21により結像された被測定物体3の像を光電変換して出力する二次元画像検出手段1と、屈折率及び／または厚さが異なる複数の平行平板透明体4が予め定められている場所に設置され、被測定物体3の像を撮像する時には、結像レンズ21と被測定物体3との間の光軸上に、または、結像レンズ21と二次元画像検出手段11との間の光軸上に、光軸と交差して平行平板透明体4のそれぞれが位置するように回転される少なくとも一つの回転体と、この回転体のそれを駆動する駆動手段6とを有する三次元撮像装置である。



BEST AVAILABLE COPY

る。

【0006】また、本発明においては、従来技術と異なり、被測定物体と結像レンズ21との間の距離または結像レンズ21と二次元画像検出手段1との距離を変えること、されていないので、焦点位置の位置精度の低下は本質的に存在せず、また、撮像タイミングが焦点位置の位置精度に影響することも当然存在しない。

【0007】さらに具体的に言えば、結像レンズ21と、この結像レンズ21により結像された被測定物体3の像を光電変換して出力する二次元画像検出手段1と、屈折率及び／または厚さが異なる複数の平行平板透明体4を有し、前記の被測定物体3の像を撮像する時には、前記の結像レンズ21と前記の被測定物体3との間の光軸上に、または、前記の結像レンズ21と前記の二次元画像検出手段1との間の光軸上に、この光軸と交差して前記の平行平板透明体4のそれぞれが位置すること、なるように、それぞれ別個に駆動されて回転する回転体の1個または複数個とを有する三次元撮像装置とすればよい。

【0008】そして、前記の回転体のそれぞれは、前記の結像レンズ21の光軸と平行な線を軸線とする板状体51か、前記の結像レンズ21の光軸と交差する線を軸線とする円錐状形状をなす傘状体52か、または、前記の結像レンズ21の光軸と直交する線を軸線とする円筒状形状をなすドラム状体53かであり、いつの場合においても、軸線を中心線として回転駆動されるようにされていると、回転体を回転させることにより容易に前記の結像レンズ21の光軸上に前記の平行平板透明体4を位置させることができて都合がよい。

【0009】最後に、前記の回転体の1個または複数個の周上の少なくとも1箇所にマーク8が付され、前記の回転体が連続回転され、前記のマーク8が予め定められている位置に到達するとき信号を発するマーク検出手段9を有し、前記の二次元画像検出手段1は前記のマーク検出手段9が発する信号に同期して撮像するようになると、前記の回転体はステップ回転でなく連続回転されても撮像タイミングと前記の平行平板透明体4の位置とを容易に同期させることができるので、駆動機構を単純にできる効果がある。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係る三次元撮像装置の実施の形態の4例について、さらに、説明する。

【0011】第1例 回転体が板状体である例

図1参照

図1は本発明に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面図）である。図1において、1はテレビカメラ等による二次元画像検出手段であり、画像信号をNTSC規格等に則った映像信号に変換し、この映像信号を、図に矢印をもって示すように、外部に電送する。二次元画像

検出手段1にはCCD等画像を電気信号に光電変換する光電変換素子11を有している。2は光学系であり（破線は光路を示す。）、被測定物体3の像を光電変換素子11上に結像する結像レンズ21を有している。51は板状体であり、この板状体51には屈折率が同一で厚さの異なる光学ガラス等からなる平行平板透明体4が板状体51の回転軸を中心として、図2に示すように、埋め込まれている。6は板状体51を回転するモータ等の駆動手段である。二次元画像検出手段1と駆動手段6とは台7に固定され、被測定物体3は台7の所定の場所に載置されている。このとき、被測定物体3の像が平行平板透明体4と結像レンズ21とを通して光電変換素子11上に結像するように光軸が設定されている。

【0012】図3参照

図3は平行平板透明体4と焦点位置との関係を示す図である。厚さが相互に異なる平行平板透明体4のそれぞれが光軸と交差するように挿入されると、被測定物体3と結像レンズ21との間の距離と結像レンズ21と光電変換素子11との間の距離とは固定されていても、空気の屈折率と平行平板透明体4の屈折率とが異なるため、平行平板透明体4の厚さに対応して焦点位置が変化する。図に示すように、屈折率が同一で厚さの異なる光学ガラスa、b、cによって、光路が変化し焦点位置がA、B、Cと変化する。

【0013】そして、平行平板透明体4は平行平板であるため、平行平板透明体4が光軸と交差している限り前後左右にずれていても焦点位置は変化せず、画像が変化することはないので、板状体が連続回転していても、一つの平行平板透明体4が光軸と交差している期間には撮像タイミングは自由である。また、画像を拡大・縮小することができないので、複数の異なる焦点位置の画像を相互に比較するとき直接比較することができる所以都合がよい。

【0014】屈折率が同一で厚さの異なる光学ガラスの場合、屈折率をnとすると、平行平板透明体4の厚さの差 Δd と焦点位置の差の距離 Δs とには、下記の関係が成立する。

【0015】 $\Delta d = (n / (n - 1)) \Delta s$

今、平行平板透明体4として、屈折率1.50で厚さの差が $60 \mu m$ ある光学ガラスを使用すると、焦点位置が $20 \mu m$ 異なる画像を撮像することができる。

【0016】平行平板透明体4は厚さが同一で屈折率の異なる光学ガラスであってもよい。ガラスの厚さをdとして、屈折率の逆数の差と焦点位置の差の距離との関係は、屈折率の逆数の差 $(1/n_1 - 1/n_2)$ を $\Delta(1/n)$ と記すと、

$$\Delta s = d \cdot \Delta(1/n)$$

で表すことができる。そこで、厚さが $1 mm$ で、焦点位置が $0.02 mm$ づつ異なる画像を撮像したいときは、屈折率の逆数が 0.02 づつ異なる光学ガラスを平行平

板透明体4として使用すればよい。現在、屈折率が1.45から1.90までの間でほぼ所望の屈折率のガラスを得ることができる。屈折率の逆数では0.53から0.69までである。

【0017】また、平行平板透明体4として、厚さと屈折率共に異なる光学ガラスを使用してもよいことはもちろんある。さらに、平行平板透明体4として、光学ガラス以外に、光学結晶、光学樹脂、または、透明の固形物に挟まれて封入された液体や液晶であってもよい。

【0018】図1再参照

焦点位置の異なる複数の画像を撮像する方法として、二次元画像検出手段1の撮像周期に合わせて板状体51をステップ送りとし、平行平板透明体4が光軸と交差する毎に停止させ撮像する方法がある。この方法に対し、板状体51を連続回転させる方法は、二次元画像検出手段1の撮像周期に合わせて板状体51を回転させるだけでは、二次元画像検出手段1の撮像タイミングと平行平板透明体4が光軸に到達するタイミングとにずれが生じ、常に、一つの焦点位置の画像と一つの映像信号とを1対1に対応させることは困難である。板状体51を連続回転させるときは、下記のようにして、二次元画像検出手段1の撮像タイミングと平行平板透明体4が光軸と交差するタイミングとを合致させるようになるとよい。

【0019】第2例 平行平板透明体が光軸と交差する時期と撮像時期とを同期させるマークが回転体に付されている例（請求項5に対応）

図4 参照

図4は本発明に係る三次元撮像装置の第2例の側面図（一部は断面図）である。8は平行平板透明体4の近傍の板状体51に付されたマークであり、9はこのマーク8が所定の場所を通過するときその場所に来たことを検出する光電変換器等からなるマーク検出手段である。このマーク検出手段9は光学方式であっても、磁気方式であっても、静電容量方式であってもよく、マーク8はそれぞれの方式に対応したものとすればよい。そして、二次元画像検出手段1として、外部信号に同期して露光させる機能を有するものを使用し、マーク検出手段9が発する信号を二次元画像検出手段1の撮像タイミングを決定するための信号として使用すれば、隣接する平行平板透明体4が光軸と交差するタイミングに同期して、その都度、異なる焦点位置の画像を撮像し、この画像に対応する映像信号を出力することができる。

【0020】マーク9は、板状体51に1箇所付してもよいし、板状体51上において、すべての平行平板透明体4に対応する個所それぞれに付してもよい。前者の場合、二次元画像検出手段1の撮像タイミングと平行平板透明体4が光軸と交差するタイミングとが多少ずれても、それは1回転ごとに補正されるので、1回転におけるずれの程度が許容値以内であれば問題になることはない。また、後者の場合、平行平板透明体4が順次光軸と

交差する度にそれが補正されるので、板状体51の回転数の変動にさらに耐えることができる。

【0021】次に、数値例を与えてより具体的に説明する。立体形状計測の要求仕様が、 $\pm 35 \mu\text{m}$ の計測範囲を $5 \mu\text{m}$ 程度の精度で計測し、 $10 \mu\text{m}$ づつ焦点距離の異なる画像を出力すること、されているとする。

【0022】結像レンズ21は、計測精度から考えて、焦点深度が $5 \mu\text{m}$ 程度である必要があるから、開口数が0.3程度の10倍の対物レンズを用いる。光軸とは平行平板透明体4が交差するので、それを考慮して設計された対物レンズが適している。平行平板透明体4はこの場合8枚必要であり、屈折率1.50の光学ガラスを用いる。このとき、屈折率に違いないように8枚とも同一素材から採取すればよい。厚さは焦点位置が $10 \mu\text{m}$ づつ変化するように、厚さを $30 \mu\text{m}$ づつ変えると所望のようになる。

【0023】8枚の平行平板透明体4を45度間隔で設置し、駆動手段6により定速回転させる。映像電送手段12の出力信号がNTSC規格に則った信号のときは、

1フィールドの撮像周期は $1/60$ 秒であるので、板状体51の回転数を450 rpmとすれば、隣接する平行平板透明体4が光軸上に到達する毎に撮像することができる。なお、露光時間は $1/500$ 秒としてある。

【0024】図5参照

図1に示す三次元撮像装置には平行平板透明体4を設置した回転体として1枚の板状体51を使用してあるが、図5に板状体51を2枚とした三次元撮像装置を示す。図において、それぞれの板状体51は別個の駆動手段6によって駆動され、一方(D)は連続して回転させ、他方(E)はステップ送りとし、ステップ送りの板状体51の平行平板透明体4の1個が光軸と交差している期間に連続回転している板状体51を1回転するようすれば、少ない数の平行平板透明体4で多数の焦点位置の画像を得ることができる。

【0025】第3例・第4例 回転体が傘状体である例（第3例）と回転体がドラム状体である例（第4例）

図6・図7 参照

図6・図7は本発明に係る三次元撮像装置の第3例・第4例を示す図である。平行平板透明体4は、図6においては、円錐形状の傘状体52の回転軸を中心とする円錐面上に埋め込まれ、図7においては、円筒形状のドラム状体53の回転軸を中心とする円筒面上に埋め込まれている。いずれの場合も、平行平板透明体4は光軸に対し直交するように設置されている。図7においては、光学系2に反射鏡22を設けてあるが、原理的に他と変わることはない。

【0026】以上の説明において、平行平板透明体4は、板状体51、傘状体52、または、ドラム状体53に設置するとされているが、回転体であれば他の形状であっても差し支えることはなく、回転体に設置されてい

る平行平板透明体4が、順次、結像レンズ21の光軸と交差するようにされておれば、本発明の目的を達成することができる。

【0027】さらに、平行平板透明体4は被測定物体3と結像レンズ21との間の光軸上ではなく、結像レンズ21と二次元画像検出手段11との間の光軸上にあっても、本発明の目的を達成することができることは言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る三次元撮像装置においては、従来技術と異なり、被測定物体と結像レンズと二次元画像検出手段とは固定され、回転体に設置される厚さ及び/または屈折率の異なる複数の平行平板透明体が、被測定物体の像を二次元画像検出手段上に結像させる光軸と交差するように設けられている。このため、回転体を回転させ、異なる平行平板透明体が光軸と交差している期間に順次撮像すれば、撮像タイミングに無関係に、所望の焦点位置の画像を順次得ることができ。従来技術のように結像レンズや二次元画像検出手段を移動させる必要がないので、焦点位置精度の低下も計測時間の長大化もない。さらに、焦点位置位置決め手段を必要とすることなく、単純な手段で短時間に正確な位置精度で異なる焦点位置において複数の画像を撮像するという目的を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1例に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面）である。

* 【図2】本発明の第1例に係る三次元撮像装置に使用される板状体の1例の平面図である。

【図3】本発明に係る三次元撮像装置の焦点位置を示す図である。

【図4】本発明の第2例に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面）である。

【図5】本発明の第1例の改変に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面）である。

【図6】本発明の第3例に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面）である。

【図7】本発明の第4例に係る三次元撮像装置の側面図（一部は断面）である。

【符号の説明】

1 二次元画像検出手段

11 光電変換素子

2 光学系

21 結像レンズ

22 反射鏡

3 被測定物体

4 平行平板透明体

51 板状体

52 傘状体

53 ドラム状体

6 モータ

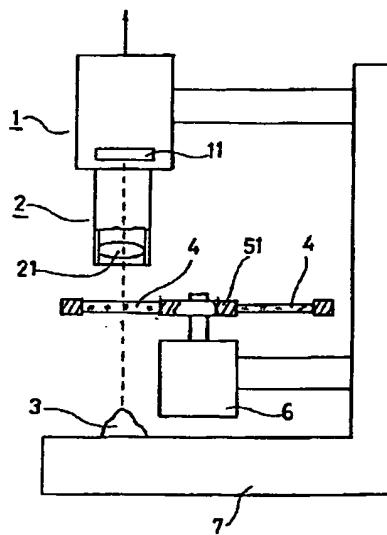
7 台

8 マーク

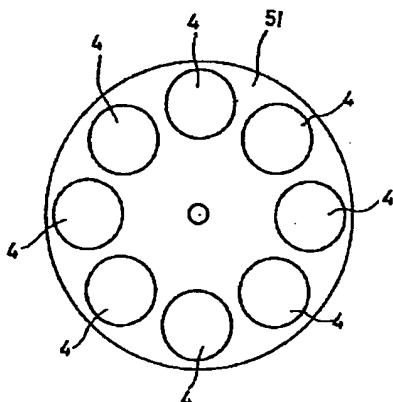
9 マーク検出手段

*

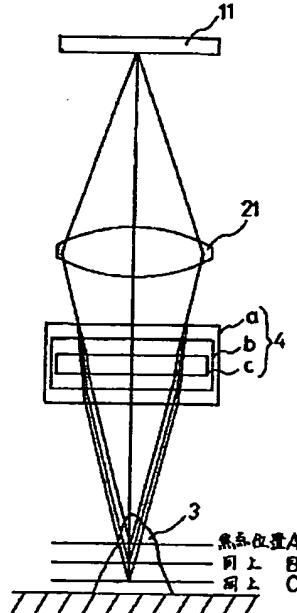
【図1】



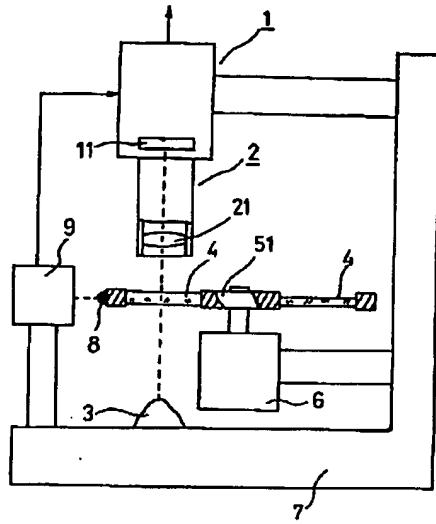
【図2】



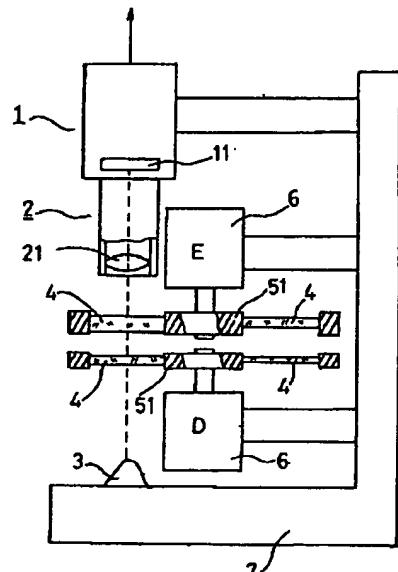
【図3】



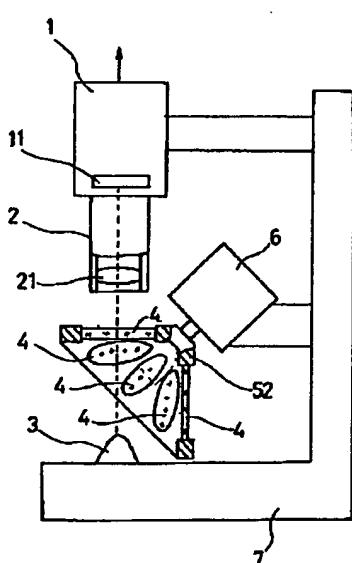
【図4】



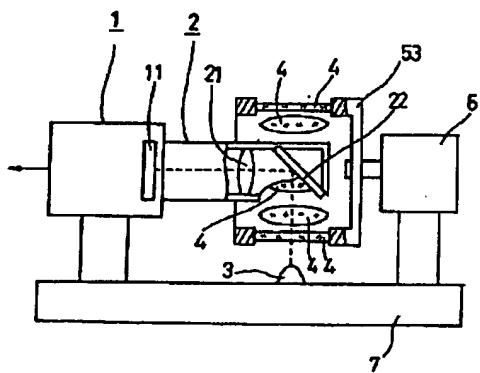
【図5】



【図6】



【図7】



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)